

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura CEMA
Ejercicio Profesional Supervisado EPS



Presentado por:

T.A. Alan Humberto Herrera

Para otorgarle el título de: Licenciado en Acuicultura

Guatemala, agosto de 2009.

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura CEMA
Ejercicio Profesional Supervisado EPS



Presentado por:

T.A. Alan Humberto Herrera

Para otorgarle el título de: Licenciado en Acuicultura

Guatemala, agosto de 2009.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA

CONSEJO DIRECTIVO

M.Sc. Pedro Julio García Chacón	Presidente
Ing. Carlos Salvador Gordillo García	Coordinador Académico
M. Sc. Norma Gil de Castillo	Secretaria
Lcda. Estrella de Lourdes Marroquín	Representante del Colegio de Médicos Veterinarios y Zootecnistas

Agradecimientos

La realización de éste trabajo de investigación fue posible gracias al apoyo de las personas que me dieron su hospitalidad dentro de las comunidades del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique, todas y todos los compañeros, voluntarias y voluntarios de FUNDARY, al personal técnico de la Fundación para la conservación de la naturaleza y los recursos naturales FUNDARY, a las y los guarda recursos, a las y los colegas y catedráticos que brindaron su tiempo y su apoyo.

Dedicatoria

Dedicado a los recursos naturales de Punta de Manabique, especialmente a los recursos hidrobiológicos, para que no siga creciendo la huella permanente que dejan la explotación y contaminación de los refugios silvestres de nuestro país. Dedicado a mi familia por su apoyo incondicional siempre, al CEMA por ser la casa de estudios que me orientó en la búsqueda de una proyección profesional, a la Universidad de San Carlos por ser la herramienta pública para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en beneficio del país.

RESUMEN

A lo largo de la costa del área protegida de Punta de Manabique se localiza un sistema de lagunas, comenzando por Bahía “La Graciosa” hasta llegar a la desembocadura del río Motagua. Algunas conservan sus condiciones ambientales bien preservadas como el Estero Lagarto. Otras, como Río Tinto o San Francisco del Mar, las actividades ganaderas y agrícolas han ocasionado que las lagunas sean afectadas. En siete de estas lagunas: San Francisco del Mar, Laguna Escondida, Estero Guinea, Estero Motagüilla, Estero Motagua Viejo, Río Motagua y Laguna Río Tinto, se realizaron observaciones de la calidad del agua, evaluando la disposición institucional y el marco legal para el aprovechamiento de los recursos hidrobiológicos, con el objeto de determinar si existe viabilidad para realizar Acuicultura, dentro del Área Protegida.. Se comprobó que debido al ordenamiento territorial, las comunidades humanas fuera y dentro del refugio han contaminado el agua disponible para el consumo, con heces fecales, fósforo y nitrógeno a través del Río Motagua. La transparencia, la concentración de nitratos, fosfatos y nitritos presentaron valores que generan riesgo para la vida acuática (0.2m; 29.6 mg/l; 1.79 mg/l, 0.65 mg/l, respectivamente). Las lagunas más afectadas son San Francisco del Mar y Laguna Río Tinto. El Río Motagua representa un riesgo ambiental en la temporada de lluvias, por el aumento de su caudal y por la deforestación de las bordas. Los esteros; Guinea, Motagua Viejo y Motagüilla, presentaron condiciones aptas para la protección de la vida acuática y para la Acuicultura. El análisis de viabilidad legal muestra la disposición institucional y legal de promover actividades productivas como la Acuicultura, que garantice el sustento familiar sin estropear el paisaje, priorizando la protección de las especies nativas mediante el monitoreo de la calidad del agua de las lagunas y el control de la pesca en: Estero Motagua Viejo, Estero Motagüilla, Estero Guinea, Laguna Escondida y San Francisco del Mar, valorizando dichas lagunas como fuente de semilla silvestre para la protección de la fauna acuática nativa y como fuente de insumos para la piscicultura familiar. Además del interés común de las personas en las comunidades, existe la disposición legal e institucional para desarrollar investigación sobre temas que se refieren a producción acuícola familiar sostenible. Por lo tanto existe viabilidad alta para realizar Acuicultura, tratándose de una actividad productiva que genere alimento, protección a los cuerpos de agua y reproducción de las especies nativas.

ABSTRACT

Along the coast of the protected area of Punta de Manabique, a system of lagoons is located, beginning in the bay "La Graciosa" up to the Motagua's river mouth. Some lagoons still preserve good quality of ecosystem like in "Estero Lagarto". In others, as the lagoons "Río Tinto" and "San Francisco del Mar", the soil with forest vocation is being exploited by the agriculture and cattle, and this causes the pollution of the water in the lagoons. In seven of these lagoons, there were realized observations of the quality of the water, evaluating the social and economic conditions And the institutional and legal regulation from the one who administers the protected area, to determine the viability that the lagoons possess to realize activities of Aquaculture. It was possible to verify that, Due to the territorial classification, the communities, out and inside the refuge they have affected negatively the available water for the consumption with fecal dregs and with phosphorus and nitrogen across the Rio Motagua. The variables of water quality as the transparency, the nitrates, phosphates and ammonium they have showed high values (0.2m; 29.6 mg/l; 1.79 mg/l, 0.65 mg/l, respectively) generating risk for the aquatic life. The most affected lagoons are San Francisco del Mar y Río Tinto. The river Motagua represents an environmental risk in the season of rains, for the increase of his wealth And for the deforestation of the edges of the river. The social – economic feasibility study shows the need to promote productive activities like the Aquaculture, Supporting the familiar sustenance without affecting the landscape, determining priorities the protection to the native species, by means of the monitoring of the quality of the water and the control of the fishing in the lagoons: Estero Motagua Viejo, Estero Motagüilla, Estero Guinea, Laguna Escondida y San Francisco del Mar, valuing them as source of wild seed for the protection of the aquatic native fauna and as source of inputs for the familiar Pisciculture. Besides the common interest of the persons in the communities, there exists the legal and institutional disposition to develop investigation on the production acuícola sustainable relative. Then, the Aquaculture is one productive activity that make food, ambiental protection on the lagoons and the native species reproduction.

INDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	.....	1
2. ANTECEDENTES	.....	2
3. MARCO TEÓRICO	.....	4
3.1.1 Calidad del agua		4
3.1.1.1 Fósforo y Nitrógeno	.....	4
3.1.1.2 Alcalinidad y pH	.....	6
3.1.1.3 Oxígeno y Temperatura	.....	7
4. OBJETIVOS	.....	8
General	.....	8
Específicos	.....	8
5. METODOLOGÍA	.....	9
5.1 Descripción del área de estudio	.....	9
5.2 Análisis de viabilidad para realizar Acuicultura	.....	10
5.2.2 Análisis de la calidad del agua	.....	11
5.2.3 Análisis del contexto legal		12
5.3 Propuesta de sitios con potencial para Acuicultura		12
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	.....	13
6.1. Análisis de la calidad del agua	.....	13
6.1.1 Disponibilidad de Oxígeno	.....	13
6.1.2 Transparencia	.....	14
6.1.3 Nitratos en el agua	.....	15
6.1.4 Contenido de Fósforo	.....	16
6.1.5 Temperatura	.....	17
6.1.6 Alcalinidad y pH	.....	18
6.2 Análisis del Contexto legal	.....	21
6.2.1 Respaldo institucional	.....	21
6.2.2 Aprovechamiento de los recursos	.....	21
6.2.3 Fomento de la Acuicultura	.....	24

6.2.4 Solicitudes de aprovechamiento en áreas protegidas	25
6.2.5 Suspensión de Licencias	26
6.3 Viabilidad legal para realizar Acuicultura	27
7. CONCLUSIONES	30
8. RECOMENDACIONES	31
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Clasificación de los lagos según la concentración de fósforo.	5
Cuadro 2.	Clasificación de lagos según la concentración (mg/l) de nitratos y nitritos.	5
Cuadro 3.	Calidad del agua para la protección de la vida acuática.	6
Cuadro 4.	Valores de la alcalinidad y el pH en los cuerpos de agua	18
Cuadro 5.	Parámetros de la calidad del agua por cuerpo de agua.	19
Cuadro 6.	Viabilidad según la calidad del agua.	20
Cuadro 7.	Viabilidad según las condiciones legales.	26
Cuadro 8.	Viabilidad según el contexto socio-económico.	27

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1.	Mapa del refugio de vida silvestre Punta de Manabique	10
Figura 2.	Muestreo de calidad de agua.	12
Figura 3.	Oxígeno disuelto (mg/L) en los cuerpos de agua	13
Figura 4.	Transparencia promedio (cm) de los cuerpos de agua.	14
Figura 5.	Nitratos (mg/l) en el agua de las lagunas.	15
Figura 6.	Orto-fosfatos (mg/l) en las lagunas.	16
Figura 7.	Temperatura (°C) de la superficie y del fondo de las lagunas.	17

1. INTRODUCCIÓN

El Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique cuenta con un sistema de lagunas costeras y continentales que soportan el asentamiento de comunidades humanas que a lo largo del tiempo han modificado sus prácticas de consumo, afectando los recursos naturales y en algunos casos explotando de manera intensiva los suelos y el agua con actividades agrícolas y ganaderas. Las lagunas costeras San Francisco del Mar y Laguna Escondida comienzan a percibir el impacto de la deforestación y la irrigación de los potreros vecinos. La laguna Río Tinto ha sido dragada para recibir de manera directa una parte del río Motagua y con ello la calidad de su agua se perturba. Los esteros, Motagua -Viejo, Motagüilla y Estero Guinea se encuentran en riesgo de afectar su calidad del agua debido a la influencia indirecta del río Motagua.

Algunas especies de importancia alimenticia y comercial que habitan los esteros y lagunas interiores del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique, tales como róbalos *Centropomus sp.*, sábalos *Megalops atlanticus* y chumbimbas *Vieja maculicauda*, entre otras especies, corren riesgo de perder su hábitat reproductivo en el caso de *Centropomus sp* y *M. atlanticus* , y su calidad de ecosistema para el ciclo de vida de *V. maculicauda*.

Con el presente estudio se exploraron: el estado actual de la calidad del agua en las lagunas: San Francisco del Mar, Escondida, estero Motagua Viejo, estero Motagüilla, estero Guinea, laguna Río Tinto y el río Motagua. Con ello se identificaron las amenazas que presentan las lagunas y el acceso legal para el aprovechamiento de los recursos acuícolas dentro del área protegida. Mediante el análisis de la Ley de Áreas Protegidas y la Ley de Pesca y Acuicultura se identificaron los mecanismos legales para acceder a los recursos acuícolas para desarrollar actividades de Acuicultura, principalmente para proteger las especies acuícolas de los cambios en las condiciones naturales del medio y generar actividades productivas que sean alternativas a otras que están causando daños ambientales dentro del Refugio de Vida Silvestre.

2. ANTECEDENTES

Los sistemas lacustres incluyen lagunas y lagunetas. En Guatemala, el 80% de los sistemas lacustres se ubican en un rango de altitud que varía de 0 – 200 metros sobre el nivel del mar. La vertiente de las Antillas, zona donde se ubica el Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique, cuenta en total con 112 sistemas lacustres, los cuáles equivalen al 10% del total de cuerpos lacustres nacionales, con una superficie de 683 de espejo de agua (Castañeda S, 1995).

Algunos trabajos de investigación sobre especies con potencial acuícola se han realizado dentro del área protegida Punta de Manabique; por ejemplo, según García H.¹, como especies propuestas para la Acuicultura están: Chumbimba *Vieja maculicauda* y camarón de agua dulce *Macrobrachium sp.* La calidad de agua dentro del refugio favorece el desarrollo de Acuicultura a nivel familiar o comunitario.

En algunas comunidades existe interés y curiosidad por las actividades piscícolas y en algunos casos los propios pobladores han realizado algunas experiencias que no han llenado sus expectativas (Pop A, 2007).²

Dicho interés ha surgido por la divulgación de actividades acuículas que se realizan en lugares cercanos y por proyectos productivos como el cultivo de pargo *Lutjanus sp.* en Cabo Tres Puntas. Este proyecto funcionaba en tierra por medio de tinacos, que son manejados por un grupo de pescadores del lugar. Durante su fase experimental en el año 2006, se reportó un crecimiento hasta 180 gramos y luego de esta talla los organismos presentaron mortalidad elevada, debido a factores de manejo y ambientales (Salazar M, 2007).³

¹ García B.R. 2007, Especies con potencial para Acuicultura. Guatemala, FUNDARY. Conversación personal.

² Pop Ana D. 2007, Consideraciones sobre el tema de Acuicultura con las comunidades. Guatemala, FUNDARY. Conversación personal.

³ Salazar M. 2007, Proyectos de Acuicultura dentro del refugio. Guatemala, FUNDARY. Conversación personal.

Dentro del área protegida se realizó un ensayo de cultivo de *Vieja maculicauda* en una jaula flotante de 70 analizando la adaptabilidad de la semilla natural en ambiente controlado, evaluando: supervivencia, ganancia de peso promedio diario, aceptación de alimento comercial y el tiempo de cultivo necesario para alcanzar una talla comercial, obteniendo como conclusión que la especie se adapta al sistema de cultivo aceptando el alimento administrado, aunque resulta ser poco rentable debido al alto costo del alimento comercial (Andrade H, 2001).

En una prueba experimental de cultivo de “cubera” *Lutjanus cyanopterus* en jaulas de 75 a densidades menores de 30 peces/, se obtuvieron crecimientos de más de 100 gramos en 60 días de prueba, y se comprobó además, aceptación e interés muy grande de parte de la comunidad dónde se realizó la investigación (Fabián M, 1999).

El Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP- reportó especies exóticas dentro del área protegida, tales como *Tilapia sp* y *Parachromis sp*, además indicó las especies amenazadas de extinción tales como: Tiburón Martillo *Sphyrna mokarran* y Chumbimba *Vieja maculicauda*. El estudio más reciente, presenta treinta y seis especies, pertenecientes a veinte familias, principalmente *Scianidae* con seis especies (17%), *Gerreidae* con cuatro especies (11%) y las familias *Cichlidae* y *Haemulidae* con tres especies cada una (8%) (Jolón *et al.* 2005 citado en FUNDARY *et al.*, 2006).

La distribución de peces según el horario, diurno o nocturno, en la Bahía La Graciosa, no presenta diferencia significativa entre las especies encontradas. Las especies más abundantes son *Eucinosomus argenteus* y *Lophogobius cyprinoides*. En éste lugar, los parámetros físico – químicos, la cobertura de los pastos y el sustrato no influyen en la abundancia de peces (Galindo A, 1,996).

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Viabilidad para realizar Acuicultura

3.1.1 Calidad del agua

3.1.1.1 Fósforo y Nitrógeno

El fósforo y el nitrógeno de forma natural afectan la actividad productiva de los ecosistemas acuáticos, llegan a los peces de forma indirecta, a través de la fijación biológica en las microalgas. Estos elementos de forma natural o inducida, fertilizan el agua, incrementan la disponibilidad de alimento y a la vez la actividad metabólica, por lo que en altas cantidades pueden generar riesgo por el aumento en la demanda bioquímica de oxígeno; que tiene lugar en la descomposición de los desechos metabólicos.

Cantidades muy pequeñas de fósforo influyen en la productividad primaria; en ambientes naturales sin contaminación, la concentración de éste elemento puede ser de 1- 3 partes por millón. (Rodríguez H *et al.* 1993)

Los ingresos de fósforo en una laguna pueden ser por: Aporte de un río, la atmósfera, detritos orgánicos, actividad animal y fertilización (Arredondo F *et al.*, 1998). Los sistemas lacustres asociados a ríos que soportan las descargas de agro – industrias, minería y aguas domiciliarias a lo largo de su cuenca están más expuestos a la disposición de éste elemento (Roldán P, 1992).

El fósforo junto al nitrógeno afectan la cadena trófica de los ecosistemas acuáticos; cuando la cantidad es alta los vuelven Eutróficos, pero si hay poca concentración de éstos elementos los ecosistemas se vuelven Oligotróficos. En el cuadro 1 se propone una clasificación para lagos de zonas templadas según la cantidad de fósforo total disponible en el medio.

Cuadro 1. Clasificación de los lagos según la concentración de fósforo.

Clasificación del lago	Miligramos por litro de fósforo total
Ultraoligotrófico	menor de 0.5
Oligomesotrófico	de 0.5 – 1
Mesoeutrófico	de 1 - 3
Eupolitrófico	de 3 - 10
Politrófico	mayor de 10

Fuente: Vollenweider, 1968, tomado de Roldán Pérez, 1992

El nitrógeno amoniacal puede estar presente en el agua como amoniaco (+ H) o en su forma ionizada como amonio (\cdot). Éste elemento se integra en los procesos de síntesis de proteínas dentro de las microalgas en forma de nitratos y está presente en los aminoácidos que conforman las proteínas de los seres vivos. Ingresa a los cuerpos de agua de manera natural por el aire, o inducida por la fertilización y descargas domiciliarias.

La clasificación trófica de los lagos según Vallenweider, (1968) en Roldán P, (1992), se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Clasificación de lagos según el contenido de nitratos y nitritos.

Tipo de lago	Nitratos (mg/l)	Nitritos (mg/l)
Oligotrófico	0.0 – 1.0	0.0 – 0.5
Mesotrófico	1.0 – 5.0	0.5 – 5.0
Eutrófico	5.0 – 50.0	5.0 – 15.0

Fuente: Vollenweider, 1968. Tomado de Roldán P, 1992

En altas concentraciones, el nitrógeno amoniacal puede tener serias implicaciones ecológicas ya que el proceso de amonificación para formar amoniaco o amonio ionizado demanda gran cantidad de oxígeno disuelto. Las concentraciones

superiores a 0.25 mg/l afectan el crecimiento de los peces y superiores a 0.5 ml/L se consideran letales (Roldán P. 1992).

Según la secretaría de medio ambiente, recursos naturales y pesca SEMARNAP algunos valores calculados para la protección de la vida acuática en aguas marinas interiores, se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Valores físico-químicos para la protección de la vida acuática.

Parámetro	Valor aceptable
Nitratos ()	≤ 0.04 mg/l
Nitrógeno amoniacal	≤ 0.01 mg/l
Fosfatos (⁻²)	≤ 0.002 mg/l

Fuente: SEMARNAP 2003, tomado de Pacas M, 2004.

3.1.1.2 Alcalinidad y pH

El pH del agua puede ser neutro o ligeramente alcalino para favorecer la vida acuática, los valores extremos (4 y 11) generan problemas de mortalidad a los peces, el cambio de los valores del pH están implicados con el comportamiento y toxicidad de otros compuestos como el Nitrógeno y el Fósforo. (Arredondo F *et al.*, 1998)

En lugares donde existe alta descomposición de materia orgánica, normalmente existen medios ácidos con niveles bajos de pH. Para contrarrestar los altos niveles de acidez, los valores deseables de alcalinidad para el cultivo de peces puede estar entre 20 – 300 mg/l (Meyer E, 2004).

3.1.1.3 Oxígeno y Temperatura

Estos elementos están relacionados entre si, debido a que el oxígeno se disuelve mejor en el agua a temperaturas bajas. El crecimiento y el metabolismo de los peces dependen en gran medida de la temperatura, así como los fenómenos limnológicos. Algunos peces pueden vivir con niveles muy bajos de oxígeno, pero el crecimiento y la supervivencia pueden mejorar con niveles superiores a 3 ml/l de oxígeno disuelto (Hernández V *et al.* 2005)

4. OBJETIVOS

General

Determinar la viabilidad que poseen las lagunas del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique, para realizar Acuicultura.

Específicos

- Clasificar las lagunas continentales y marinas interiores del área protegida según las características físico-químicas de su agua.
- Identificar los cuerpos de agua que presenten riesgo para la vida acuática y riesgo de eutrofización.
- Establecer el marco legal para proponer proyectos de Acuicultura dentro del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique.

5. METODOLOGÍA

5.1 Descripción del área de estudio

El Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique fue declarada área protegida mediante el decreto de ley 23-2005, pertenece a la categoría de sitio Ramsar desde el año 2000. Cuenta con un total de 132,900 hectáreas (figura 1), de las cuales 44,900 son de área terrestre, 22,000 son aguas interiores y 66,000 son aguas costeras (Ramsar, 2000). Las zonas de aguas interiores pertenecen a la categoría de área de protección especial. Además, el refugio se divide en la zona de amortiguamiento para la recuperación de los ecosistemas y la zona de usos múltiples, para el aprovechamiento de los recursos naturales. El análisis de viabilidad se realizó principalmente dentro del área de protección especial, a excepción de la Laguna Río Tinto, que se encuentra en la zona de amortiguamiento.

Para realizar el estudio de viabilidad se tomaron en cuenta, como puntos de muestreo, las aguas interiores: Laguna Escondida, Laguna San Francisco del Mar y Laguna Río Tinto, además, los esteros o aguas marinas interiores Estero Guinea, Motagüilla y Motagua Viejo. Estos ecosistemas proveen hábitat crítico para especies raras o en peligro de extinción como los Cocodrilos *Crysobalanus icaco* Manatí *Trichechus manatus*, Chumbiba *Vieja maculicauda* y Sábalo *Megalops atlanticus*. (Fundary *et. al.* 2006)

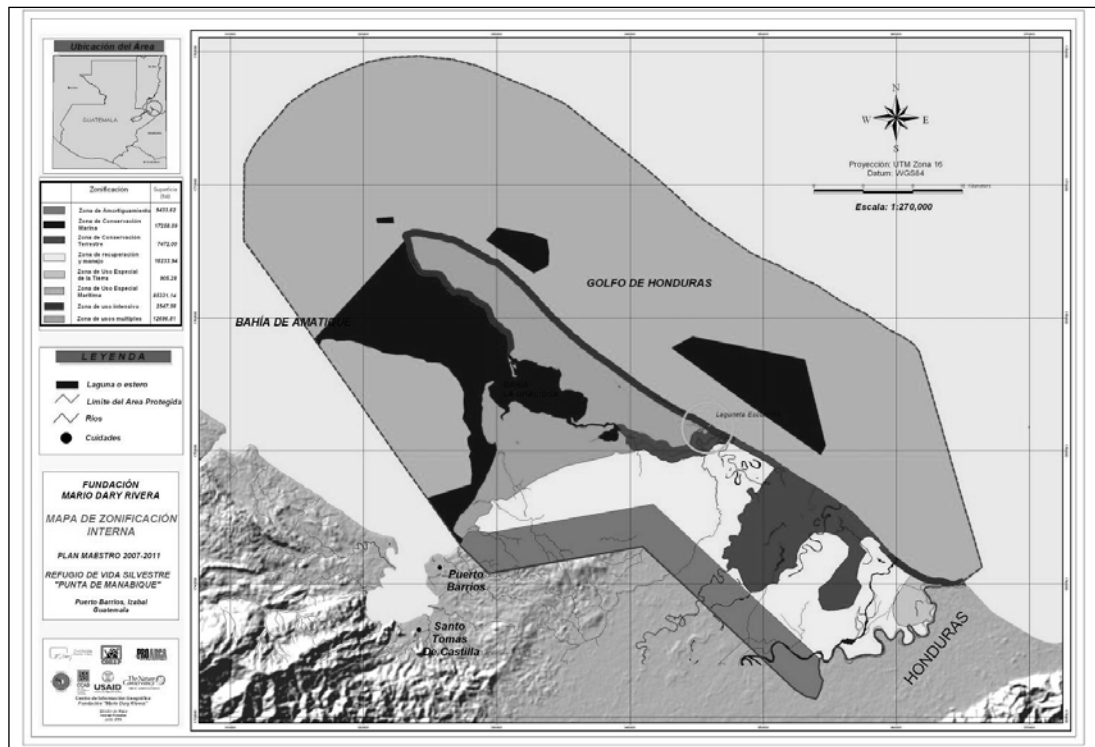


Figura 1. Mapa del refugio de vida silvestre Punta de Manabique. (*Fuente: Fundary et al, 2006*)

5.2 Análisis de viabilidad para realizar Acuicultura

El análisis de viabilidad consistió en la exploración de dos factores determinantes para el desarrollo de actividades acuícolas productivas. Dichos factores fueron: la calidad del agua y las condiciones legales que regulan el aprovechamiento de los recursos hidrobiológicos, dentro de siete cuerpos lacustres de Punta de Manabique.

5.2.1 Análisis de la calidad del agua

Se realizó un muestreo exploratorio durante el mes de septiembre (figura 2). En cada punto de muestreo se tomaron dos muestras y se midieron los siguientes parámetros:

- Profundidad media y máxima
- Temperatura
- Variables Físico Químicas
 - Oxígeno Disuelto (mg/L de): Por medio del método Winkler, 1988.
 - Alcalinidad (mg/L de): Método de Fenolftaleína y/o Naranja de metilo.
 - Medición de pH: Papel tornasol, debido a que no se contaba con otro medio electrónico o químico.
 - Dureza (mg/L de): EDTA, Negro de Ericromo T.
 - Transparencia del agua (centímetros): Por medio del disco Sechi.

Las muestras fueron tomadas durante el día en cada cuerpo de agua , a 20 centímetros de profundidad, con botellas de plástico, previamente esterilizadas.

Para determinar la contaminación de cada laguna se calculó la cantidad de nutrientes presentes en el agua, para lo cual se utilizó un colorímetro electrónico, modelo DR-890. Se midieron los siguientes parámetros utilizando los reactivos que están entre paréntesis.

- Amonio (Cyanurathe, Salicylathe)
- Nitratos (Nitriver, cat. 21061-69)
- Nitritos (Nitriver, cat. 21071-69)
- Fosfatos (Phosver, cat. 2125-99)



Figura 2. Muestreo de calidad de agua.
(Fuente: trabajo de campo, 2008)

5.2.2 Análisis del contexto legal

Tomando como base los decretos de la Constitución de Guatemala; 4 - 89 (Ley de Áreas Protegidas) y Decreto 80 – 2002 (Ley general de Pesca y Acuicultura), los cuales norman el desarrollo de actividades científicas y productivas para el aprovechamiento de los recursos naturales, se clasificaron los artículos que regulan el uso de los recursos hidrobiológicos dentro del área protegida y que tienen relación con el planteamiento de actividades de Acuicultura.

5.3 Propuesta de Sitios con Potencial para Acuicultura

Con base en el análisis elaborado tomando en cuenta la calidad del agua y el contexto legal, se establecieron los sitios que presentan mejores condiciones para desarrollar proyectos de Acuicultura y el enfoque que deben tener dichos proyectos.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Análisis de la calidad del agua

6.1.1 Disponibilidad de oxígeno en el agua

Los valores de oxígeno disuelto encontrados en el momento del muestreo (0 – 2 mg/l) son muy bajos (figura 3). Estos valores pueden generar riesgo para la vida acuática, ya que los valores que están por debajo de los 3 mg/l generan condiciones de estrés y muerte a los peces. (Hernández V, *et al.* 2005)

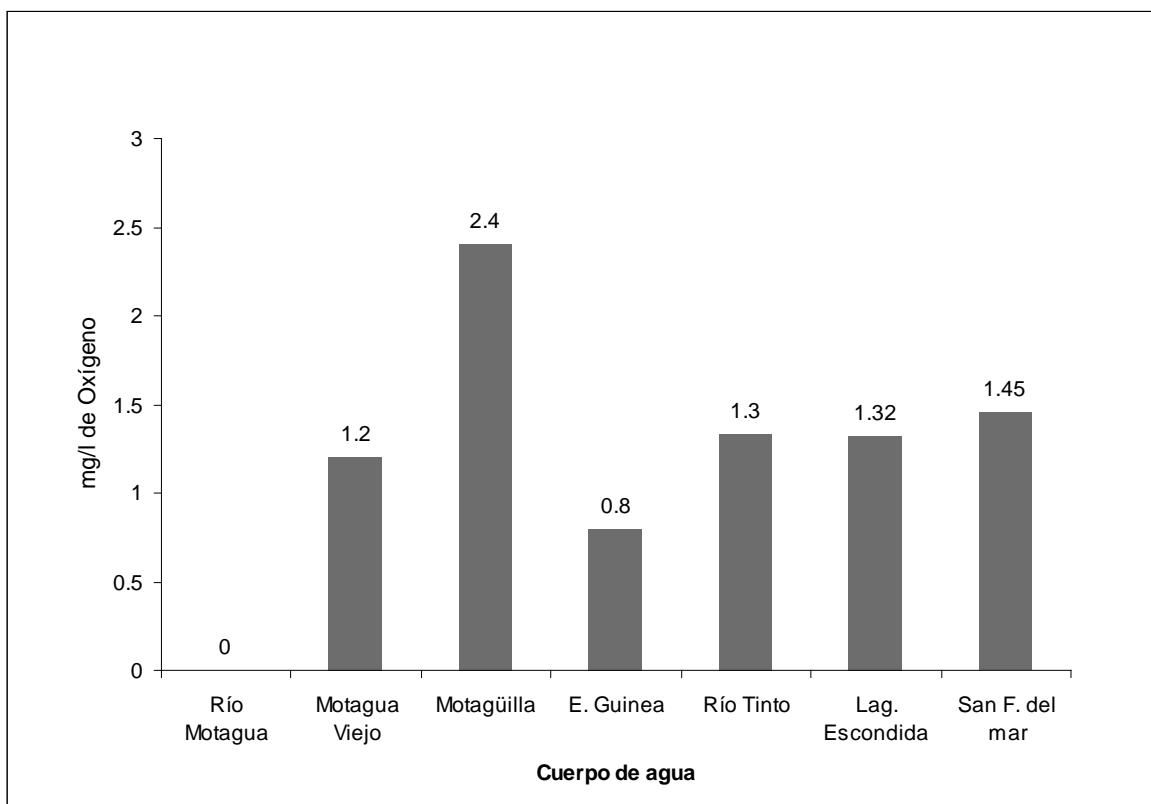


Figura 3. Oxígeno disuelto en los cuerpos de agua

(Fuente: Trabajo de campo, 2008).

6.1.2 Transparencia

Algunos puntos de muestreo mostraron transparencias muy bajas (Figura 4), como el Río Motagua (10 cm) y el estero Laguna Escondida (30 cm); debido principalmente a que en la época lluviosa el río arrastra una cantidad muy elevada de sedimentos que le atribuye un color café al agua; esta situación afecta todos los cuerpos de agua que reciben la descarga del río de manera directa e indirecta y a los pozos de las comunidades que se localizan al margen de su cauce. Caso contrario en el estero Motagüilla, donde existe menos influencia del río Motagua y la transparencia alcanza los 95 cm de profundidad.

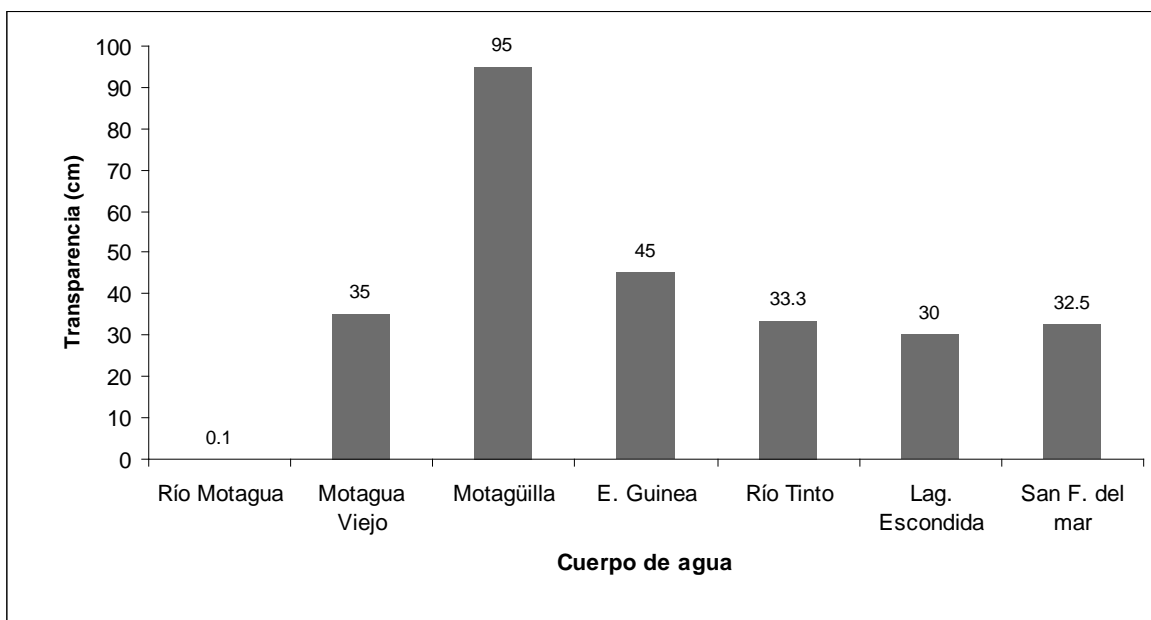


Figura 4. Transparencia promedio de los cuerpos de agua (*Fuente: Trabajo de campo, 2008*).

6.1.3 Nitratos en el agua

La concentración de Nitratos, a excepción del Río Motagua y la Laguna Río Tinto, todas las lagunas presentan valores normales (≤ 1 mg/l) (Roldan P. 1992).

En el caso de la Laguna Río Tinto, ha sido afectada por dragados y la influencia del Río Motagua, que ha ingresado a la laguna en la época lluviosa. Los valores reportados para ambos cuerpos de agua > 20 mg/L se consideran muy altos en la Laguna Río Tinto y el Río Motagua, en la Laguna San Francisco del Mar el valor reportado (1.75 mg/L) es considerado alto en comparación al valor propuesto para la protección de la vida acuática de 0.04 mg/L (SEMARNAP, 2003 *tomado de Pacas M, 2004*).

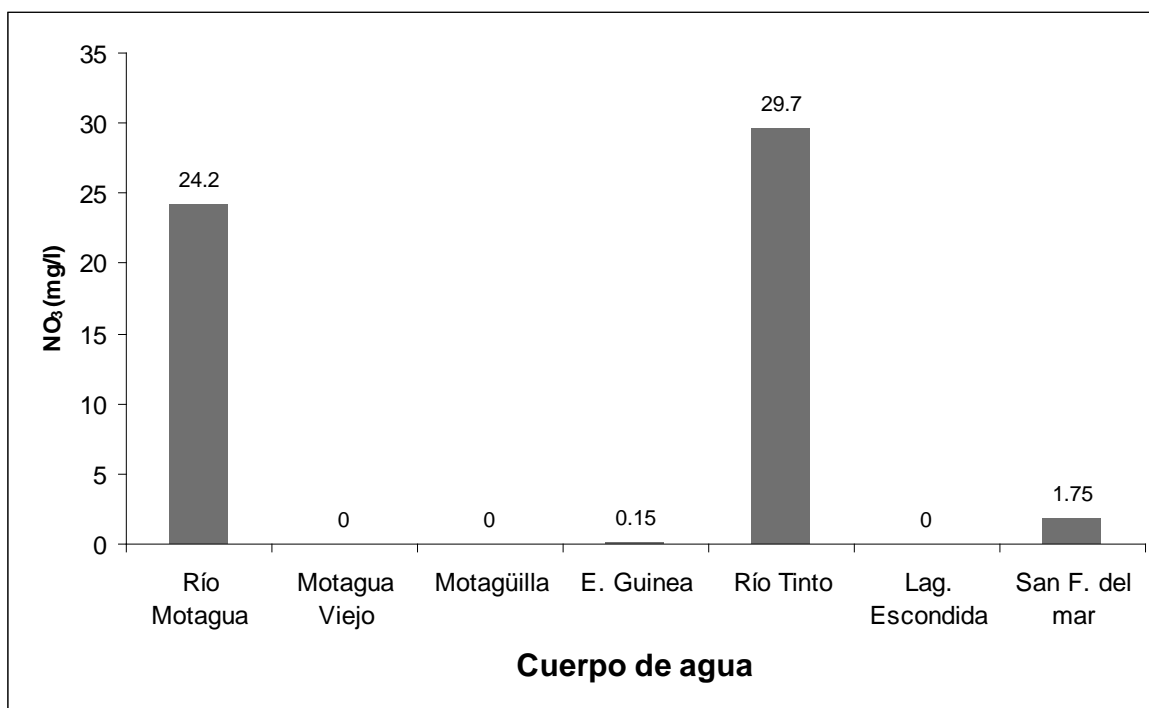


Figura. 5 Nitratos en el agua de las lagunas (*Fuente: Trabajo de campo, 2008*).

6.1.4 Contenido de fósforo en el agua

El fósforo presenta valores máximos de 1.8 mg/l (figura 6), y mínimo de 0.5 mg/l de orto-fosfatos. Según los valores indicados por Roldan P. (1992) la clasificación de las lagunas va de Oligomesotróficas (de 0.5 – 1 mg/l) a Mesoeutróficas ya que presentaron valores de 1 – 3 mg/l de fósforo en el agua. En Laguna Escondida y laguna San Francisco del mar, los valores encontrados fueron los más bajos (0.46 y 0.8 mg/l respectivamente), posiblemente se debe a que estas lagunas no están influenciadas por el río Motagua.

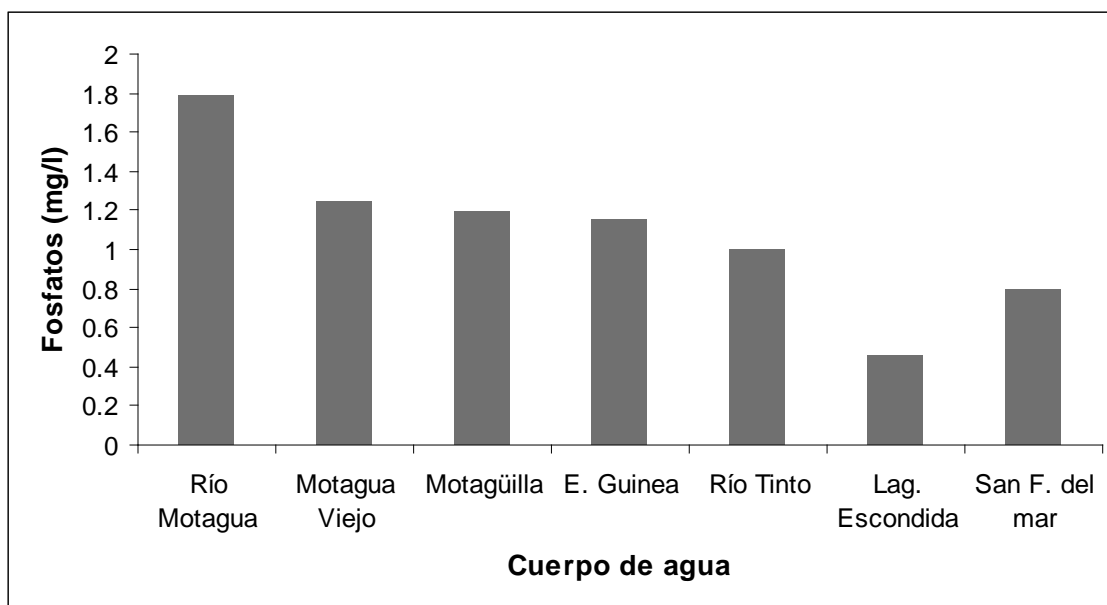


Figura 6. Contenido de orto-fosfatos en las lagunas. (*Fuente:* Trabajo de campo, 2008)

6.1.5 Temperatura

La temperatura promedio del agua fue de 30 °C (figura 9), es una temperatura muy particular de los ecosistemas tropicales, sobre todo aquellos situados en alturas bajas sobre el nivel del mar y de poca profundidad. Esta temperatura es apta para la reproducción de las especies y para el desarrollo durante las primeras fases de vida, aunque para efectos de la disolución del oxígeno en el agua, la temperatura es bastante alta (> 28 °C), lo cual puede provocar bajos valores de oxígeno disuelto. Los valores por debajo de los 3 mg/l generan estrés sobre los peces y se manifiestan sobre todo a las horas más cálidas del día.

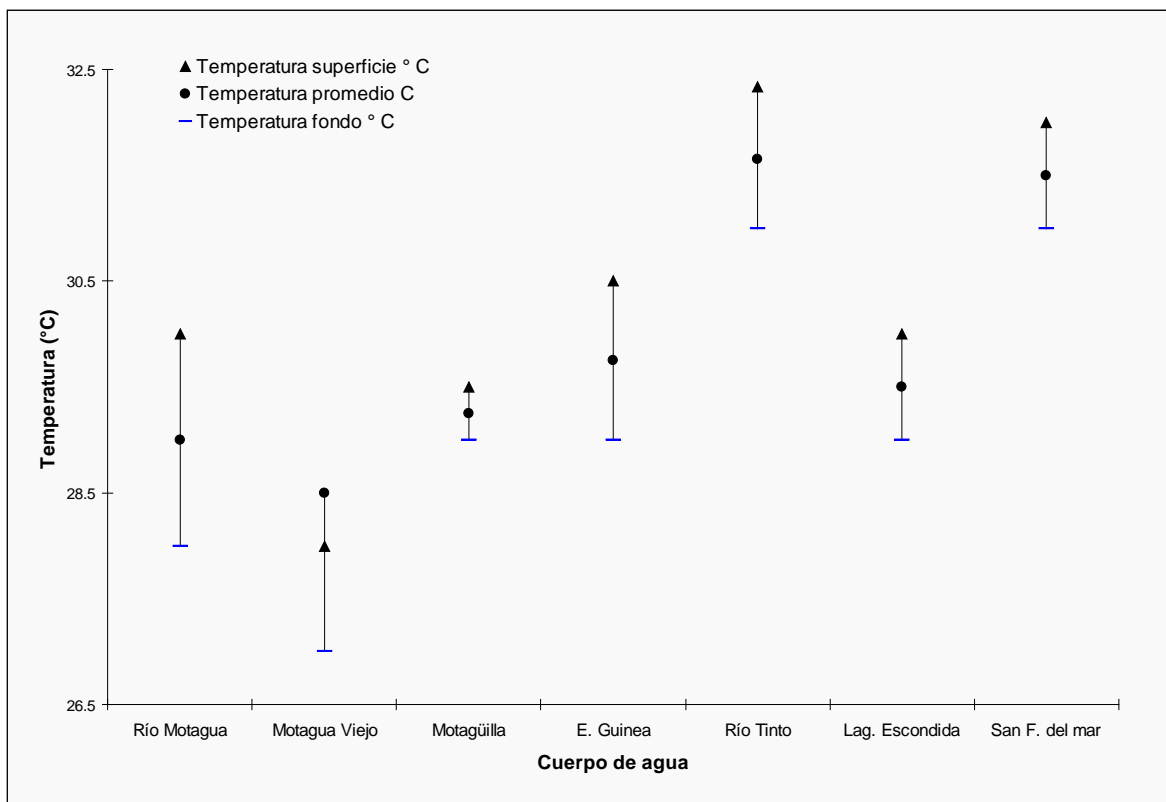


Figura 7. Temperatura de la superficie y del fondo por cuerpo de agua. (*Fuente: Trabajo de campo, 2008*)

6.1.6 Alcalinidad y pH

El pH (6) y la Alcalinidad (7 – 24 mg/l) en el agua, muestran un estado de acidez regulada, potencialmente inestable debido a los niveles bajos de alcalinidad, principalmente en la Laguna Río Tinto, San Francisco del Mar y Laguna Escondida (cuadro 4). Esta inestabilidad puede producir descensos del pH hasta valores por debajo de 6, lo que puede causar estrés y muerte a los peces.

Cuadro 4. Valores de alcalinidad y pH en los cuerpos de agua.

Parámetro	Río Motagua	Motagua Viejo	Motagüilla	E. Guinea	Río Tinto	Laguna Escondida	San F. del mar
pH	6	6	6	6	6	6	6
Alcalinidad (mg/l)	20	20	20	24	16.7	7	10

Fuente: Datos de campo, 2008.

En el cuadro 5 se califican como aceptable o en riesgo los valores de amonio, nitratos y fosfatos, tomando como base los cuadros 1, 2 y 3. Se puede observar que todos los cuerpos de agua presentan al menos una situación de riesgo para la vida acuática, y además, por los elevados valores de nitrógeno y fósforo presentados, existe, en algunos cuerpos de agua, el riesgo de eutrofización.

Cuadro 5. Parámetros de la calidad del agua por cuerpo de agua.

Parámetro	Río Motagua	Motagua Viejo	Motagüilla	E. Guinea	Río Tinto	Lag. Escondida	San F. del mar
Amonio (mg/l)	Aceptable (0.05)	Aceptable (0.01)	Riesgo (0.5)	Riesgo (2)	Aceptable (0.05)	Riesgo (0.65)	Riesgo (0.05)
Nitratos (mg/l)	Eutrófico, Alto riesgo (24.2)	Oligotrófico, Aceptable (0.05)	Oligotrófico, Aceptable (0.02)	Oligotrófico, Aceptable (0.15)	Eutrófico, Alto riesgo (29.6)	Eutrófico, Aceptable (0.02)	Mesotrófico, Riesgo (1.75)
Fosfatos (mg/l)	Riesgo (1.79)	Riesgo (1.25)	Riesgo (1.19)	Riesgo (1.15)	Riesgo (1.0)	Riesgo (0.455)	Riesgo (0.8)

Fuente: Datos de campo, 2008.

Las condiciones de las lagunas se encontraron relativamente homogéneas, todas las lagunas están influenciadas por el río Motagua, excepto la de San Francisco del Mar y Laguna Escondida.

Respecto a riesgos ambientales, las lagunas Río Tinto y San Francisco del Mar son casos especiales, ya que Río Tinto, recibe la influencia directa del río Motagua pues recientemente se abrieron dos entradas que fueron dragadas intencionalmente para dar entrada al río Motagua en la época lluviosa, arrastrando sedimentos a buena parte de la laguna, provocando el asolvamiento y sedimentación de la laguna. Y el segundo caso, la laguna San Francisco del Mar, recibe la influencia directa del mar a través de una barra que permanece abierta durante la época lluviosa y separada por la playa durante la época seca. Por lo tanto las principales amenazas naturales son: el riesgo de inundación o desbordamiento del Río Motagua en la época lluviosa y la alteración permanente del paisaje debido a la entrada de tormentas tropicales y huracanes en la zona costera afectando además a las comunidades cercanas.

Las lagunas Motagua Viejo, Motagüilla y Estero Guinea reciben la influencia indirecta del río Motagua, ya que la desembocadura de éste río se une a las aguas del Océano Atlántico y por el efecto de las mareas, el agua del río mezclada con el agua de mar llega hasta los esteros que se localizan en dirección al noreste de la desembocadura, sin embargo, el bosque de manglar y cahué (humedal) le brindan una barrera natural. En el Cuadro 6 se presenta el análisis de viabilidad en función de la calidad del agua, estado de eutrofización y las amenazas naturales que fueron observadas en los puntos de muestreo.

Cuadro 6. Viabilidad según la calidad del agua.

CUERPO DE AGUA	INDICADOR AMBIENTAL								
	CALIDAD DEL AGUA			ESTADO DE EUTROFIZACIÓN			AMENAZAS NATURALES		
	BAJA	MEDIA	ALTA	BAJA	MEDIA	ALTA	BAJA	MEDIA	ALTA
Río Motagua	•					•			•
Motagua Viejo			•	•				•	
Motagüilla		•		•				•	
Estero Guinea			•		•			•	
Laguna Río Tinto	•					•			•
Laguna Escondida		•				•			•
Laguna San Francisco del Mar	•				•				•

Fuente: Trabajo de campo, 2008.

6.2 Análisis del Contexto legal

6.2.1 Respaldo institucional

En el Artículo 2 de la Ley de Áreas Protegidas se establece la creación del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP), el cuál lo integran todas las áreas protegidas y las organizaciones que las administran, incluyendo las organizaciones comunitarias locales. Para el Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique, el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) es la organización gubernamental que tiene a cargo la administración del área, junto a la Fundación Mario Dary Rivera (FUNDARY) organización no gubernamental que coadministra el área a través del Plan de Conservación del Área (Plan Maestro), el cuál, por medio del Artículo 22 del Reglamento de la Ley de Áreas Protegidas, es ejecutable durante cinco años y se renueva cada vez al finalizar éste período de tiempo, dándole seguimiento a planes de monitoreo de vida silvestre y apoyo a unidades productivas dentro de comunidades en condiciones de pobreza, en dónde también comienzan a conformarse organizaciones comunitarias locales.

6.2.2 Aprovechamiento de los recursos

Para realizar actividades relacionadas con la acuicultura dentro del RVSPM, es necesario contar con un espacio físico, ya sea terrestre (con una fuente de agua adecuada) o acuático (siempre y cuando cumpla con las especificaciones ambientales para la especie en cuestión). Estos espacios físicos se pueden localizar dentro de zonas o áreas específicas que estén dentro del área protegida. Es prohibido realizar actividades productivas en la zona de protección especial o zona de conservación (CALAS, 2008).

A través de un contrato de concesión (Artículo 19 de la Ley de Áreas Protegidas) otorgado por el CONAP, se puede hacer uso de dicho espacio (terrestre o acuático) físico con fines de aprovechamiento de los recursos naturales (en este caso, la tierra,

el agua y las especies sujetas a manejo) siempre y cuando el plan maestro del RVSPM lo establezca y lo permita claramente y el lugar no esté dentro de la zona de protección especial.

Las actividades de Acuicultura que se realicen dentro del área, ya sean comerciales, industriales o experimentales, deben ser de mutuo acuerdo con el CONAP, ente que exige la construcción de un contrato donde se determine, por medio de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) las condiciones y normas de operación productiva dentro del área protegida. Según el Artículo 20 de la Ley de Áreas Protegidas, dicho EIA debe ser evaluado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente, quienes lo aprobarán, siempre y cuando dichas actividades sean compatibles con los usos previstos en el Plan Maestro del RVSPM, y siguiendo el criterio de precaución, procurando conocer los principales factores ecológicos que se ven alterados con dichas actividades y realizando la consulta respectiva a las poblaciones locales que cuentan con sistemas de organización comunitaria.

Para el aprovechamiento de las especies, ya sean peces, moluscos, crustáceos, y otras especies con potencial acuícola, para fines de reproducción, captación de semilla, o la manipulación y control en condiciones controladas, si fuera necesaria la captura de estos organismos en estado silvestre, deberán respetarse las épocas de veda, establecidas según el artículo 28 y 35 de la Ley de Áreas Protegidas.

Para dar inicio a un proyecto de acuicultura, es necesario contar con los organismos de las especies que serán sujeto de manejo; dichos organismos, por estar dentro de un área de protección especial, no podrán ser exógenos, a menos que el CONAP apruebe la introducción de dichas especies según el Artículo 30 de la Ley de Áreas Protegidas.

Sin embargo, aún si las especies sujeto a manejo acuícola no fueran exógenas, se puede hacer uso de las especies silvestres que poseen estudios de potencialidad, o se pueden explorar nuevas especies; ya que la Ley de áreas protegidas, a través de

su Artículo 33 y 52, aclara el término de aprovechamiento de fauna, que en el caso de realizar Acuicultura, se aplica a especies que tendrán que ser buscadas, recolectadas, extraídas, reproducidas y manejadas en cautiverio bajo técnicas que busquen su óptimo desempeño, ya sea con fines de subsistencia y comercio, investigación científica o recreación. Siempre y cuando dichas actividades estén autorizadas expresamente por el CONAP, y eviten el uso de recursos no autorizados. Los usuarios de los recursos deben comprometerse a restaurar los ecosistemas que fueran transformados directa o indirectamente, limpiar y devolver la calidad de los medios que hayan sido contaminados según el artículo 55 de la Ley de Áreas Protegidas.

Además de capturar las especies silvestres como medio de captación de semilla, el artículo 45 de la Ley de Pesca y Acuicultura señala que se debe procurar el establecimiento de laboratorios de reproducción artificial de recursos hidrobiológicos como fuente de aprovisionamiento de organismos para la actividad acuícola, a fin de mejorar la productividad a través de la domesticación y mejoramiento de las especies objeto de cultivo. En el artículo 59 del Reglamento de la Ley de Áreas Protegidas (Acuerdo Gubernativo No. 759-90) se designa al CONAP para gestionar la realización de los estudios para mantener en forma actualizada los listados de especies de flora y fauna nacionales amenazadas de extinción, y que por lo tanto tienen limitación parcial o total de aprovechamiento o cacería y, de acuerdo con las regulaciones de la Ley de Áreas Protegidas y leyes conexas.

Las personas que por razones de investigación deseen hacer uso de las especies que deban ser extraídas del agua (pesca), para su posterior manejo acuícola, gozarán de exoneración del pago de licencia de pesca según el artículo 46 de la Ley de Áreas Protegidas.

Para realizar actividades de Acuicultura, los pobladores o las cooperativas comunitarias deberán cumplir con los requisitos que establece la Ley de Áreas protegidas, leyes conexas (como la Ley de Pesca y Acuicultura) y las disposiciones

que emita el CONAP y la aprobación de las comunidades que se vean afectadas por dichas actividades. Deben contar con asesoría profesional, emitida por CONAP (Artículos 53 y 54 de la Ley de Áreas Protegidas).

6.2.3 Fomento de la Acuicultura

Por medio del Decreto 80 – 2002 que determina la Ley general de Pesca y Acuicultura, se establecen las condiciones y reglamentos para la realización de ambas actividades.

Es de importancia especial, sobre todo para la realidad que viven los pobladores dentro del RVSPM en condiciones rurales, que se fomente el estudio de la Acuicultura rural o comunitaria, con el objeto de abastecer a la población con productos acuícolas de bajo costo y de manera ecológica, basándose en lo establecido en el Artículo 46 de la Ley de Pesca y Acuicultura.

El fomento, incremento y desarrollo de la acuicultura es obligación del estado según el Artículo 43 de la Ley de Pesca y Acuicultura. Así mismo, el artículo 44 y 52 (inciso “i”), aclara que para realizar cultivos hidrobiológicos con fines comerciales es necesario contar con licencia, control estadístico y supervisión técnica. Dicha licencia, será otorgada únicamente por el MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación), previo dictamen técnico de la autoridad competente (UNIPESCA). Mientras que para realizar Acuicultura científica basta con un permiso emitido por la misma autoridad (Artículo 52, inciso “j”).

La ley de Pesca y Acuicultura establece mediante el Artículo 84 que para realizar actividades de acuicultura es necesario tomar en cuenta la inscripción y publicación de los datos estadísticos como herramienta para fortalecer los mecanismos de ordenamiento. Dichos datos deben contener los procesos de recolección, ordenamiento, procesamiento y de análisis de datos.

El Registro de concesión (Artículo 86, Ley de Pesca y Acuicultura) otorgado mediante la licencia o permiso, acredita los derechos y actuaciones entre los integrantes de la cooperativa o la asociación de productores comunitarios y las autoridades civiles a cuyo cargo esté la administración y vigilancia del aprovechamiento de los recursos hidrobiológicos.

En el caso del aprovechamiento de vida silvestre, en el artículo 49 del Reglamento de la Ley de Áreas Protegidas (Acuerdo Gubernativo No. 759-90) se indica que la Secretaría Ejecutiva del CONAP establecerá las especies de fauna y flora silvestres de la nación, cuya autorización de captura, recolección o aprovechamiento estará sujeta a la constitución de una fianza de cumplimiento o en su defecto, la garantía hipotecaria, prendaria o depósito monetario aceptado por la Secretaría Ejecutiva, este monto será calculado tomando en consideración daños ecológicos y los costos de restablecimiento de las especies y de reparación de daños a los recursos naturales que llegaren a causarse.

6.2.4 Solicitudes de aprovechamiento en áreas protegidas

El artículo 50 del Reglamento de la Ley de Áreas Protegidas indica que será la Secretaría Ejecutiva del CONAP quién comprobará si la solicitud presentada cumple con los requisitos establecidos. Para ello, evaluará lo siguiente:

- Si el sitio de aprovechamiento está dentro de un área legalmente declaradas como protegida,
- Que las actividades propuestas sean coherentes con las categorías de manejo y aceptables por lo dispuesto en el Plan Maestro del área.
- En áreas declaradas como Parques Nacionales, Biotopos, Reservas Biológicas y Áreas Núcleo de las Reservas de la Biosfera no podrá haber ninguna actividad de aprovechamiento extractivo.

El artículo 62 del Reglamento de la Ley de Áreas Protegidas indica que para poder realizar actividades de reproducción de la flora y fauna es necesario estar inscrito legalmente en los registros del CONAP. Para estar inscrito y obtener la autorización de operación de granjas u otras instalaciones de reproducción, deberá presentarse a la Secretaría Ejecutiva del CONAP y a satisfacción de ésta, una solicitud que contendrá como mínimo la siguiente información:

- a) Nombre y datos de identificación de la persona individual o jurídica solicitante;
- b) Finalidad de la actividad;
- c) Indicación de las especies a reproducir;
- d) Métodos y técnicas a desarrollar;
- e) Registro interno de reproducción;
- f) Plan general de actividades por ciclo de reproducción;
- g) Ubicación de la granja e indicación del tiempo que se pretende para su funcionamiento;
- h) Descripción del tipo de instalaciones e infraestructura;
- i) Listado del personal profesional y técnico de la granja;
- j) Destino de la producción a obtener e indicación de las acciones conexas a desarrollar;
- k) Datos de identificación personal y de acreditación del regente; y
- l) Cronograma anual propuesto de las actividades de la granja.

6.2.5 Suspensión de Licencias

Toda contravención a lo dispuesto en las licencias de aprovechamiento autorizados o en el Plan Maestro aprobado, dará motivo a la suspensión de la licencia por un período no menor de tres meses ni mayor de seis; después del cual, habiendo analizado las causas que motivaron la suspensión y dependiendo del resultado de dicho análisis, será el CONAP el ente encargado de acordar nuevas condiciones para poder ejercer los derechos de la licencia o su cancelación definitiva, debiendo en el último caso, establecer el plazo dentro del cual al infractor le será denegada la

licencia, hasta nueva autorización dentro de la misma o diferente área protegida. Éste plazo no podrá ser menor que cinco, ni mayor de diez años. El control del aprovechamiento será ejercido por la entidad administradora del área, bajo la supervisión del CONAP (Artículo 51 del Reglamento de la Ley de Áreas Protegidas).

6.3 Viabilidad legal para realizar acuicultura

En el Cuadro 7 se clasifica la viabilidad legal que existe para desarrollar proyectos de Acuicultura. Las áreas protegidas y en particular Punta de Manabique constituye un sitio muy adecuado para promover la investigación científica y la utilización de los recursos para la subsistencia alimentaria de las comunidades. La viabilidad legal es alta, cuando se trata de promover acciones encaminadas al fomento de la Acuicultura, para que las comunidades puedan realizar actividades que garanticen la conservación de las especies nativas y la pesca, para su alimentación y la de las futuras generaciones. El análisis de viabilidad se basa en cuatro factores: El respaldo institucional que existe en el área protegida, el control y el aprovechamiento de los recursos, el fomento de la Acuicultura y el acceso a los recursos hidrobiológicos.

Cuadro 7. Viabilidad según las condiciones legales.

Indicador legal	VIABILIDAD		
	Baja	Media	Alta
Respaldo institucional			•
Aprovechamiento de los recursos		•	
Fomento de la Acuicultura			•
Acceso a recursos hidrobiológicos		•	

Fuente: Trabajo de campo, 2008.

RESPALDO INSTITUCIONAL

Existe interés de parte de las organizaciones comunitarias (COCODES) y organizaciones de pescadores para promover actividades alternativas a la pesca, principalmente en las épocas en que hay vedas o escasez de peces (cuadro 8), ya que en éstas, deben dedicarse a otros trabajos como la ganadería o el trabajo por jornal, generando menos ingreso (Q30.⁰⁰ – Q40.⁰⁰ diarios) en comparación a los ingresos generados por la pesca (Q75.⁰⁰ – Q200.⁰⁰ diarios) en época alta (Fundary *et al*, 2006). Además hay disposición institucional del Estado a través de la Ley de Pesca y Acuicultura.

Cuadro 8. Épocas de pesca en el Refugio de vida silvestre Punta de Manabique.

Especie	Época Alta	Época Baja
Langosta	Noviembre – marzo	Abril – octubre
Róbalo	Junio – enero	Febrero – mayo
Tiburón	Septiembre - diciembre	Febrero - agosto
Manjúa	Febrero – abril	Mayo – enero
Peces de escama	Octubre - diciembre	Febrero - junio

Fuente: Fundary et al 2006.

APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS

La ley de áreas protegidas, de manera consecuente con las causas conservativas y ecológicas, no promueve dentro de las áreas protegidas proyectos productivos que tengan un carácter intensivo o súper intensivo, es por ello que la Acuicultura sustentable con la naturaleza y con fines de repoblamiento y conservación de especies nativas, puede ser una actividad que garantice a la población una dieta nutritiva y la seguridad alimentaria para las próximas generaciones.

FOMENTO DE LA ACUICULTURA

La ley de Pesca y Acuicultura expresamente dice que la Acuicultura es una actividad que debe ser promovida por el gobierno, sobre todo en las los lugares donde es necesario la producción de alimentos para la población.

ACCESO A LOS RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS

Los cuerpos lacustres y los ríos que se ubican dentro de los límites del área protegida son propiedad pública, no pueden ser privados por nadie. La regulación del aprovechamiento de los recursos hidrobiológicos en Punta de Manabique está dada por la Ley de áreas protegidas y cualquier actividad que se realice en los cuerpos de agua, debe contar con la aprobación de las comunidades locales, CONAP y Fundary. Sin embargo, el descontrol de la pesca excesiva y la contaminación de los cuerpos de agua en el área protegida han provocado que el acceso a los recursos hidrobiológicos en la zona de aguas marinas interiores y continentales sea escaso.

7. CONCLUSIONES

- Las lagunas que presentaron las mejores condiciones de calidad del agua fueron: Estero Motagua Viejo, Estero Motagüilla y Estero Guinea. Estas tres lagunas presentaron condiciones de calidad de agua adecuadas para la conservación de la vida acuática y para la Acuicultura, pero reciben de forma indirecta el desfogue del río Motagua en su entrada al océano Atlántico, esto podría llegar a afectar, a largo plazo, la calidad del agua en dichas lagunas.
- Los valores de amonio encontrados en Laguna San Francisco del Mar, Laguna Escondida, Estero Guinea y Estero Motagüilla (0.5 – 2 mg/l) generan riesgo para la vida acuática, así como los valores de nitratos en el río Motagua y en la Laguna Río Tinto (24- 29 mg/l). Los valores de fósforo (0.5 – 1.8 mg/l) generan el riesgo de acelerar el florecimiento de microalgas en todos los cuerpos de agua. Los cuerpos de agua que presentan peores condiciones para la vida acuática y riesgo de eutrofización son: Río Motagua, Laguna Río Tinto, Laguna San Francisco del Mar y Laguna Escondida.
- Existe viabilidad legal para gestionar y llevar a cabo actividades de Acuicultura, siempre y cuando dicha actividad esté respaldada por las organizaciones comunitarias, Fundary y el CONAP y que dicha actividad sea de beneficio para las poblaciones locales y los ecosistemas marino-costeros, sin embargo la Ley y los ecosistemas no permiten que se realicen actividades extractivas ni productivas de carácter intensivo, por lo que la Acuicultura es viable en el Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique, cuando sea de carácter comunitario y ecológicamente responsable.

8. RECOMENDACIONES

- Las lagunas Estero Motagua Viejo, Estero Motagüilla, Estero Guinea, que presentaron la mejor calidad de agua, se proponen como fuente de semilla silvestre en la piscicultura para la protección de las especies nativas, afuera del área de protección especial.
- Realizar un monitoreo limnológico de los cuerpos lacustres del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique, sobre todo para evaluar el impacto que ha tenido el constante arrastre de contaminantes del Río Motagua, las actividades ganaderas y agrícolas de carácter intensivo sobre las lagunas costeras y continentales del área protegida y sobre sus recursos hidrobiológicos.
- Aunque la ley estipula que los cuerpos de agua son de propiedad pública y su aprovechamiento debe estar regulado por el CONAP, los cuerpos de agua presentan riesgo de contaminación ocasionada por el mal manejo en otras actividades productivas como la agricultura y la ganadería. Por lo tanto, es necesario incrementar dentro del área protegida, medidas de protección y resguardo de los sistemas lacustres en general, para que los cuerpos de agua no sigan sufriendo las consecuencias negativas de la agricultura o la ganadería intensivas, ya que esto puede generar daños ambientales irreversibles en la calidad del agua y en la diversidad y abundancia de la vida acuática que se alberga de manera temporal o permanente en el Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade R Hector, 2001. Estudio de la biología y pesquería de la Chumbimba *Cichlasoma Maculicauda* en el parque nacional Río Dulce. Guatemala, 68 pp.
- Arredondo F, Ponce Palafox, (1986). Calidad del agua en acuicultura conceptos y aplicaciones. Editorial AGT. México 221 pp.
- Castañeda Salguero C. 1995. Sistemas Lacustres de Guatemala. Editorial universitaria. USAC, Guatemala. 143 p.
- Centro de acción legal – ambiental (CALAS). Programa de información estratégica 2004. Legislación ambiental guatemalteca. Tomo 5, gestión de la diversidad biológica y de las áreas protegidas. 214 p.
- Convención Ramsar, 2000. Guatemala designó su cuarto sitio Ramsar. Gland, Suiza. Consultado 7 de julio del 2008. Disponible en: [://www.ramsar.org/wn/w.n.guatemala_newsitem_s](http://www.ramsar.org/wn/w.n.guatemala_newsitem_s).
- Departamento de Regulación de los Programas de Salud y Ambiente DRPSA, Gt. 2003. Norma obligatoria guatemalteca del agua potable. Consultado el 3 de mayo del 2008. Disponible en:
<http://www.cepis.ops-oms.org/bvsacg/e/normas2/Norma-Gua.pdf>
- Elias S, 2006. Soberanía o dependencia alimentaria. Asociación para la promoción y desarrollo de la comunidad CEIBA. Guatemala, 37 pp.
- Fundación Mario Dary Rivera (FUNDARY), Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), The Nature Conservancy (TNC). 2006. Plan de conservación de área 2007 – 2011. Refugio de vida silvestre Punta de Manabique. Guatemala: FUNDARY – PROARCA – TNC. 155 p.

- Galindo A Jorge. Variación día/noche en la composición y abundancia de peces asociados a pastos marinos en la costa atlántica. Guatemala 1996. 43 p.
- Hernández V, Contreras S, (2005). Manual para el cultivo de tilapia. Universidad autónoma de Tabasco. México 43 pp.
- Krebs J Charles. Ecología estudio de la distribución y la abundancia. Universidad de Columbia Británica 1985. México. 753 p.
- Meyer E, (2004). Introducción a la acuicultura. Escuela agrícola panamericana Zamorano. Honduras 159 pp.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol1. Zaragoza, 84 pp.
- Pacas M Luis. Estudio limnológico de la zona occidental del lago de Izabal, río Polochic y sus afluentes, durante el 2002. Guatemala. 69 p.
- Rodríguez G *et al.* (1993). Fundamentos de nutrición y alimentación en Acuicultura. Instituto nacional de pesca y acuicultura (INPA). Colombia 342 pp.
- Roldán P Gabriel. Fundamentos de limnología neotropical. 1992. Universidad de Antioquia. Colombia. 529 p.
- Wildlife World Fores (WWF) 2006. Mejores práctica de pesca en arrecifes coralinos. Guía para la colecta de información que apoye el manejo de pesquerías basado en ecosistemas. WWF México/ Centroamérica. 81 p.